

文章编号: 0253-9721(2011)10-0098-06

# 激光处理在服装设计中的应用

苑国祥, 姜绶祥, 纽德华, 范金土, 欧伟文

(香港理工大学 纺织及制衣学系, 香港)

**摘 要** 通过分析不同条件下激光处理对织物外观和特征的影响, 把此处理技术应用于服装设计, 并对激光处理前后织物的面密度、厚度、拉伸强度、撕裂强度、色差及表面形态进行观察测试和对比分析。实验结果表明, 激光处理在服装设计中具有应用可行性, 可以通过激光蚀刻对服装表面进行处理从而取得新的设计效果。这种处理手法不同于传统的加工处理手法, 不仅具有无污染的特性, 而且能够提高设计生产效率, 呈现新的设计外观, 赋予更高的附加值。

**关键词** 激光蚀刻; 涤纶织物; 服装设计; 蚀刻处理参数

**中图分类号**: TS 941.2      **文献标志码**: A

## Laser surface treatment for fashion design

YUAN Guoxiang, JIANG Shouxiang, NEWTON Edward, FAN Jintu, AU Waiman

(Institute of Textiles and Clothing, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, China)

**Abstract** Based on the analysis of the influence of laser treatment of fabric surface under different conditions on the appearance and property of the fabric, laser surface treatment technology is applied to fashion design. An analytical comparison is conducted to the surface density, thickness, tear strength, tensile strength, color difference, and surface morphology of the fabric before and after treatment. The results demonstrate that it is a feasible to apply the laser treatment to fashion design, and laser engraving is performed on the surface of the garment so that a new design effect is obtained. This treatment approach differs from conventional design methods, enhances the design efficiency, and imparts the garment new design appearance and higher added-value, and more importantly, it causes no pollution.

**Key words** laser engraving; polyester fabric; fashion design; engraving treatment parameter

激光处理是一种无接触的热加工技术, 已被广泛应用于金属业及纺织业等领域。在纺织服装业, 激光处理已应用于家用纺织品和牛仔等产品的设计开发。在家用纺织品行业, 主要用于面料的开料、雕花、打孔、绣花、切割等, 而在服装业, 用激光处理牛仔布代替传统的石洗和漂白加工。依据激光的工作原理, 激光处理可以概括为蚀刻和切割 2 种方法<sup>[1-3]</sup>。常用的激光设备分为二氧化碳激光器、固体激光器和功率在 50 ~ 200 W 的半导体激光器 3 种<sup>[4-5]</sup>。在纺织和服装领域应用最广的是二氧化碳激光器<sup>[6-8]</sup>。二氧化碳激光器是以二氧化碳气体

作为工作物质的气体激光器, 通过连续或脉冲 2 种工作方式作用于被处理物体。常见的二氧化碳激光系统由二氧化碳激光、电脑控制台、激光处理软件和激光器组成。激光处理是一种有别于传统印染加工等把色彩附加在面料上的处理方法, 它通过激光束对织物表面的纤维进行高温物理蚀刻作用以形成独特的图案和外观处理效果<sup>[9]</sup>。这种处理方法具有方便快捷、灵活和无污染的特性<sup>[10]</sup>。

目前激光处理在纺织和服装领域应用的研究主要集中于对牛仔服的后整理, 尚缺乏对其他面料和织物的尝试性研究, 在产品开发上也缺乏与服装设

收稿日期: 2010-09-15      修回日期: 2011-04-04

作者简介: 苑国祥(1982—), 男, 博士生。主要研究方向为服装设计与表面处理技术。姜绶祥, 通信作者, E-mail: tckinor@inet.polyu.edu.hk。

计本身的有机结合<sup>[10]</sup>。鉴于此,本文着重研究激光表面蚀刻处理在涤纶材质服装上的效果,并对 3 种激光处理条件下涤纶织物的面密度、厚度、撕裂强度和拉伸强度、色差及表面形貌进行分析,以期将此处理方法应用在服装设计上,并进行一些尝试性的处理和设计方法上的探索,在赋予服装新的设计外观的同时也满足消费者对服装和面料日益个性化的需求。

## 1 实验部分

### 1.1 材料与仪器

采用涤纶平纹织物作为激光蚀刻处理的测试对象,织物经、纬密度分别为 300、230 根/10 cm。采用西班牙 Easy Laser 公司制造的 GFK Marcates FLEXI-150 型脉冲二氧化碳激光器进行织物激光蚀刻实验。激光器功率为 100 W,通过调整每 2.54 cm 的激光点数(dpi)和单位时间内的激光停留时间( $\mu\text{s}$ )对服装织物进行激光表面蚀刻处理。激光软件是与系统配套的 EasyMark® 2009。

### 1.2 实验方案

利用激光对服装进行表面蚀刻处理分为 3 个步骤:首先,用 photoshop® 制图软件进行计算机辅助图案设计,选用灰度色彩模式,图案文档存储为 jpg 格式;然后,设定不同的激光处理参数值,在涤纶织物样品上测试激光对样品的蚀刻效果;最后,选取合适的参数对服装进行激光表面蚀刻处理。

### 1.3 性能测试与形态观察

1) 采用 BP211D 型电子分析天平(Sartorius 公司,德国),依据 ASTM-D 3776 对织物的面密度进行测试。

2) 采用 SDL BC 1110-I-04 型数字式织物厚度仪(SDL Atlas 公司,美国),依据 ASTM-D 1777《测定纺织品单位面积质量的标准试验》对织物厚度进行测试。

3) 织物置于标准温湿度 24 h 后,在经、纬两向裁尺寸为 80 mm × 100 mm 的试样,采用 Elmatear 数码撕破强力测试仪(James H. Heal 公司,英国)按 ASTM-D1424《冲击摆锤法测定织物的撕破强力》对处理前后织物的撕裂强度进行测试。

4) 织物置于标准温湿度 24 h 后,在经、纬向裁尺寸为 200 mm × 30 mm 的试样,采用 Instron 4411 拉伸强力测试仪(Instron 公司,美国),依据 ASTM-D 5035《纺织品断裂强力及伸长率测试(条样法)》对

织物的纵、横向拉伸强度进行测试。试样的夹持长度为 100 mm,拉伸速度为 200 mm/min。

5) 采用 SCOPE 色彩管理软件,以国际色调系统 CIE L\* a\* b\* 在 D65 光源 10°视角的条件下,对激光处理前后的织物色彩效果进行评估。

6) 采用 Leica M165 C 光学显微镜(Leica 公司,德国)对 3 种激光参数处理条件下织物的表面形貌进行观测比较。

## 2 结果与讨论

### 2.1 织物蚀刻

激光表面蚀刻处理是通过织物的表层纤维进行蚀刻处理达到设计目的。图 1 示出采用不同激光参数对织物进行表面蚀刻的测试效果。从图可见,不同的蚀刻处理效果取决于蚀刻的激光点数(dpi)和单位时间内激光的停留时间( $\mu\text{s}$ )。图中所示织物的激光蚀刻每 2.54 cm 的激光点数设定值为 30、40、50、60、70、80、90 和 100,单位时间内激光的停留时间设定为 120、150、180、210、240、270  $\mu\text{s}$ 。

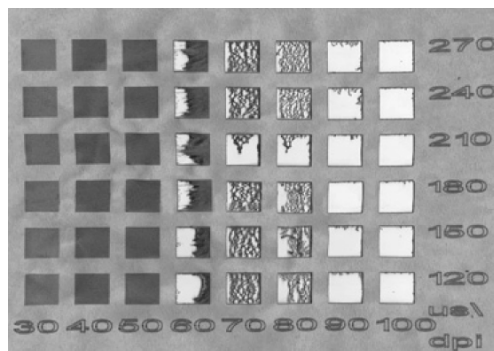


图 1 涤纶织物激光蚀刻测试

Fig. 1 Laser engraving testing on polyester fabrics

激光处理要根据织物成分选择处理参数才能达到设计效果。如图 1 所示,30 dpi/120  $\mu\text{s}$  的激光参数最低,对织物的损伤最小,而 100 dpi/270  $\mu\text{s}$  的激光处理强度最大,织物受损程度最高。根据测试结果,理想的激光处理参数应控制在 30 dpi/120  $\mu\text{s}$  到 50 dpi/270  $\mu\text{s}$  之间,大于此参数,涤纶织物就会熔融,因此,只有通过调整激光每 2.54 cm 的扫描点数和单位时间内激光的停留时间才能控制最终的激光蚀刻效果。

### 2.2 面密度与厚度变化分析

根据图 1 所示对蚀刻处理后面料受损情况的分析可知,涤纶织物在激光处理参数分别为 30、40、

50 dpi/180  $\mu\text{s}$ 条件下可以取得预期的设计和实验效果。表 1 示出采用这 3 种处理参数对织物进行蚀刻前后的面密度变化结果。数据表明,处理后织物的面密度都下降,减少率分别为 1.2%、2.5% 和 3.5%。这由于织物受激光蚀刻部位的纱线在激光处理后,部分纱线被热熔气化,织物面密度相应减轻。

表 1 处理前后织物的面密度变化

Tab. 1 Surface change of fabrics before and after treatment

处理参数	面密度/( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ )	减少率/%
未处理	148.75	—
30 dpi/180 $\mu\text{s}$	146.92	1.2
40 dpi/180 $\mu\text{s}$	145.00	2.5
50 dpi/180 $\mu\text{s}$	143.50	3.5

表 2 示出涤纶织物在 3 种激光参数处理后的厚度测试结果。结果表明织物在不同处理条件下的厚度都呈递减趋势,减少率分别为 3%、7% 和 9%。其中的影响因素包括激光蚀刻每 2.54 cm 的激光点数和单位时间内激光的停留时间。通过调节相关参数,激光束可以在织物上蚀刻和切割不同的厚度,织物厚度会相应的减少。

表 2 不同激光处理条件对织物厚度变化的影响

Tab. 2 Thickness change of fabrics before and after laser treatment

处理参数	厚度/mm	减少率/%
未处理	0.52	—
30 dpi/180 $\mu\text{s}$	0.50	3
40 dpi/180 $\mu\text{s}$	0.48	7
50 dpi/180 $\mu\text{s}$	0.47	9

## 2.3 撕裂性能分析

激光在 3 种参数下对织物表面进行蚀刻后对织物经、纬向撕裂强度的影响如表 3 所示。

表 3 经、纬向撕裂强度比较

Tab. 3 Test on tearing strength

处理参数	撕裂强度/N	
	经向	纬向
未处理	32.00	17.01
30 dpi/180 $\mu\text{s}$	4.11	2.07
40 dpi/180 $\mu\text{s}$	3.53	1.48
50 dpi/180 $\mu\text{s}$	2.07	1.19

对撕裂强度的分析表明,激光表面蚀刻处理会降低涤纶织物的强力,随着激光处理强度的递增,从激光处理强度值较低的 30 dpi/180  $\mu\text{s}$ 到相对较高的

50 dpi/180  $\mu\text{s}$ ,织物可承受的撕裂强度呈递减的趋势,并且未处理和经过处理的织物的经向撕裂强度始终大于纬向。这是由于在激光表面蚀刻时通过高温破坏了织物表面部分纤维的结构,纤维结构受损而影响到织物的强度。

## 2.4 拉伸性能分析

表 4 示出为激光表面处理前后涤纶织物经、纬向拉伸强度对比结果。

表 4 织物拉伸断裂强度

Tab. 4 Test on tensile strength of fabrics

处理参数	拉伸强度/N	
	经向	纬向
未处理	524.29	991.94
30 dpi/180 $\mu\text{s}$	128.32	372.08
40 dpi/180 $\mu\text{s}$	88.85	277.58
50 dpi/180 $\mu\text{s}$	78.38	142.55

从表中数据可发现,处理后织物的经、纬向强度均下降。织物的拉伸强度随着激光处理功率的增加而减小。主要原因是激光处理后的涤纶织物表面部分纤维由于高温而融化,降低了织物的拉伸强度。结果表明纬向的平均拉伸强度大于经向,说明激光对于经、纬向的蚀刻作用是平均的。

## 2.5 织物色差分析

测定不同的激光蚀刻参数下的织物表面色差,结果见表 5。

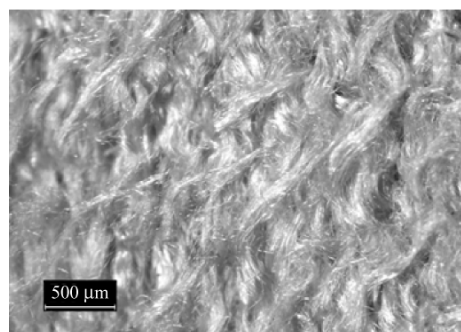
表 5 织物色差对比

Tab. 5 Test on color difference of fabrics

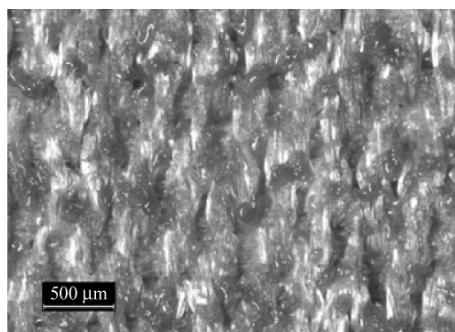
处理参数	$\Delta E$	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$
30 dpi/180 $\mu\text{s}$	15.286	-11.511	2.612	9.713
40 dpi/180 $\mu\text{s}$	17.133	-13.568	3.334	9.917
50 dpi/180 $\mu\text{s}$	19.483	-16.839	4.134	10.193

从表面处理前后织物色差的相对比值  $\Delta E$ 、 $\Delta L^*$ 、 $\Delta a^*$  和  $\Delta b^*$  的测试结果可见,处理后的织物色差值  $\Delta E$  均大于原始织物。色差值  $\Delta E$  越大表示二者颜色差异越大,3 种处理条件后的织物色差值与原始织物相比,由高到低的排列顺序为 50 dpi/180  $\mu\text{s}$  > 40 dpi/180  $\mu\text{s}$  > 30 dpi/180  $\mu\text{s}$ 。通过对比  $\Delta L^*$  (明度指标)、 $\Delta a^*$  (红绿色差指标) 和  $\Delta b^*$  (黄蓝色差指标) 值的变化,发现经过处理后明度  $\Delta L^*$  值(明度指标)呈负增长趋势而且变化最为突出,明度降低,可见织物的色差主要由亮度指标的变化引起。此外,织物的  $\Delta b^*$  值大于  $\Delta a^*$  值表明随着激光处理功率的增加,处理后的织物

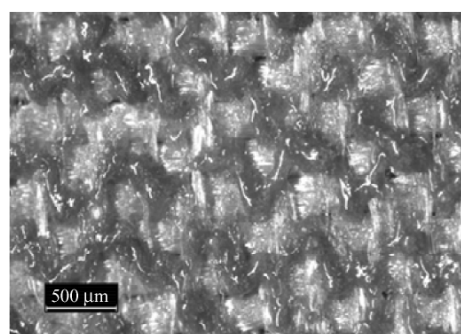
颜色呈偏黄的趋势但变化微弱。总体上看,织物处理前后亮度变化大于色调变化,而色相变化微弱。



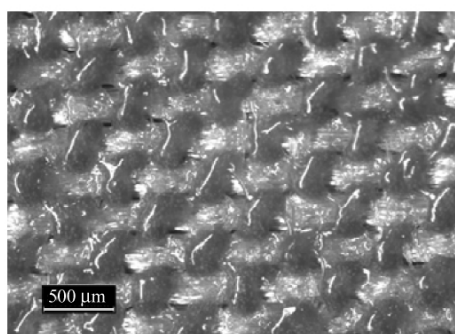
(a) 未处理



(b) 处理参数为30 dpi/180 μs



(c) 处理参数为40 dpi/180 μs



(d) 处理参数为50 dpi/180 μs

图 2 在 500 μm 观测倍数下涤纶织物未处理和处理后的表面形态

Fig. 2 Surface morphology of untreated polyester fabric and treated fabric with amplified size of 500 μm

(a) Untreated polyester fabric; (b) Treatment at 30 dpi/180 μs; (c) Treatment at 40 dpi/180 μs; (d) Treatment at 50 dpi/180 μs

从图中可见,涤纶表面形态在不同的激光处理条件下产生明显的变化而且具有一定的规律。通过观察可见织物表面均匀覆盖着 1 层绒毛状的涤纶纤维。经过激光的高温表面蚀刻处理后,部分涤纶纤维遇热熔融并凝聚成微小颗粒附着在底层织物上,凝固成数目不等的凹凸状小颗粒。随着激光参数由弱到强从 30 dpi/180 μs 到 50 dpi/180 μs 的变化,织物表面纤维的熔融程度也随着激光参数的增加而加大,由最初的部分纤维熔融成小颗粒到后来织物表面的大规模熔融。

### 3 激光处理在服装设计中的应用

在设计实验中,不同的图案通过激光蚀刻的方法应用到服装设计当中,而最终的设计效果取决于原始图案的设计和激光处理的参数设定。

#### 3.1 蚀刻图案设计应用

根据设计,不同的图案可以通过激光蚀刻的处理

#### 2.6 表面形态分析

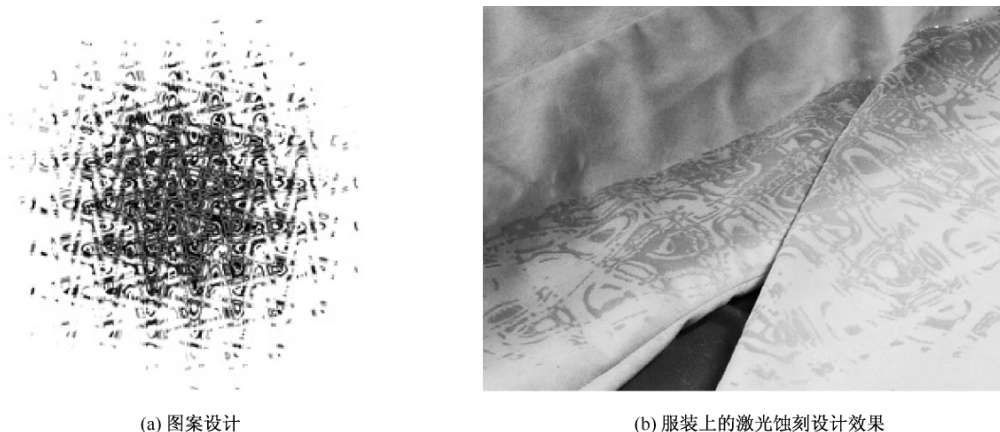
图 2 示出处理前后的织物在 500 μm 观测倍数下的表面形态。

手法在服装上形成不同的设计效果。图 3 示出电脑设计出的图案及其通过激光蚀刻在服装设计上的最终应用效果。根据之前 3 种激光处理参数对面料性能和外观的影响分析,为取得比较清晰的设计效果又不破坏服装织物的性能,此设计采用 40 dpi/180 μs 的参数进行激光蚀刻处理,结果表明不同形式的图案可以通过激光蚀刻处理应用于服装设计中,通过选取适当的处理参数如激光处理时图案的分辨率(dpi)和激光的蚀刻时间(μs)达到最终的设计效果。

图 4 示出激光蚀刻处理后形成的具有三维图形设计效果的服装。在激光处理前,要根据设计对服装特定部位进行三维立体效果摆放造型,然后再进行蚀刻处理,此设计采用参数较弱的 30 dpi/180 μs 进行蚀刻处理,不仅对织物不会造成损伤,而且可以达到柔和的三维图案蚀刻效果,被处理部分的服装色彩发生了变化。

#### 3.2 色彩渐变效果

图 5 示出激光处理在服装设计中实现的明暗渐

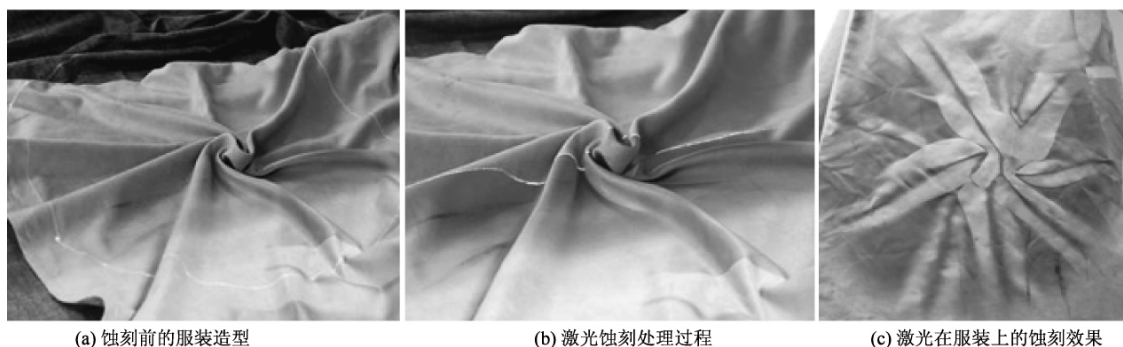


(a) 图案设计

(b) 服装上的激光蚀刻设计效果

图 3 激光处理参数为 40 dpi/180  $\mu$ s 条件下的服装图案蚀刻效果Fig. 3 Laser treatment of 40 dpi/180  $\mu$ s for pattern design on garment.

(a) Pattern design; (b) Pattern engraved on garment design



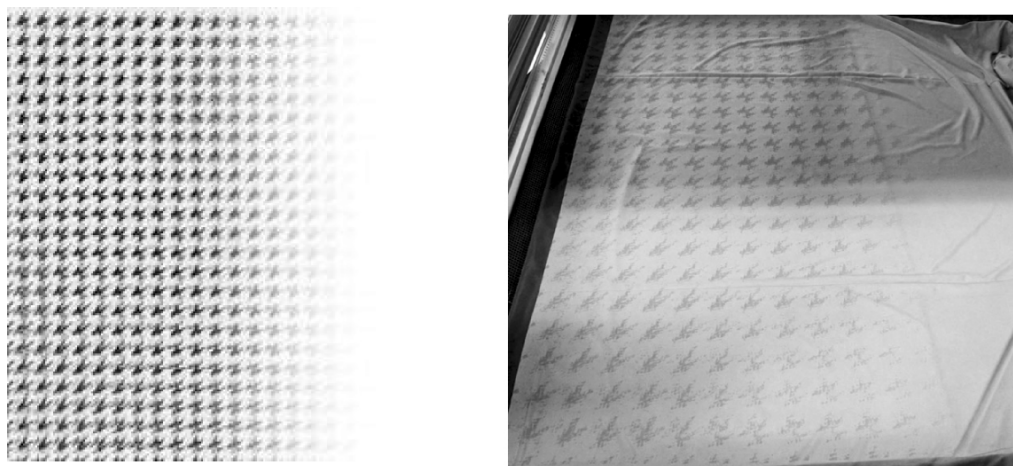
(a) 蚀刻前的服装造型

(b) 激光蚀刻处理过程

(c) 激光在服装上的蚀刻效果

图 4 激光处理参数为 30 dpi/180  $\mu$ s 条件下的服装三维图案设计Fig. 4 Laser treatment of 30 dpi/180  $\mu$ s on garment for three-dimensional effect.

(a) Garment position before laser engraving; (b) Process of laser engraving; (c) Pattern engraved on garment



(a) 图案设计

(b) 服装上的激光

图 5 激光处理参数为 50 dpi/180  $\mu$ s 条件下的服装图案渐变效果Fig. 5 Laser treatment of 50 dpi/180  $\mu$ s on garment for color gradual change effect.

(a) Pattern design; (b) Pattern engraved on garment design

变效果。首先通过图形设计软件 photoshop® 进行渐变图案设计,为加强处理后面料的渐变层次效果,

采用 50 dpi/180  $\mu$ s 的激光处理参数进行蚀刻处理。结果表明,激光蚀刻可以使服装在特定部位达到单

色渐变效果, 最终的激光处理效果取决于图案设计的黑白渐变过渡效果, 通过选择功率较大的激光参数进行蚀刻处理可以实现比较明显的渐变设计。

## 4 结 论

本文对激光表面蚀刻处理在服装上的应用进行了处理手法和设计方法的实验。分析和实验结果表明, 激光处理是一种灵活有效的服装表面设计处理方法, 通过对局部或整件服装进行蚀刻处理可以强化服装的整体风格, 丰富设计手法和视觉语言的表达, 实现技术和设计的结合。表面处理后织物厚度、面密度和力学性能测试的结果表明, 随着激光处理强度的提高, 织物的厚度和面密度均呈有规律的递减趋势, 而且织物的经、纬向拉伸断裂强度均下降, 并且可承受的撕裂强度也呈递减的趋势。织物的色差测试结果也表明, 随着激光处理功率的增大, 表面处理后织物的颜色呈偏黄趋势但变化微弱。从总体上看, 织物处理前后的亮度变化大于色调变化, 而色相变化微弱。显微镜观测的织物表面形态也从另一个方面说明不同参数的激光蚀刻对织物表面形态的影响, 经过处理后的涤纶由于高温作用而熔融成小的涤纶颗粒凝聚在织物表层。通过调节处理参数可以蚀刻出不同明度的图案和单色渐变效果。基于激光处理服装的设计和实验结果, 可以为激光处理在服装设计领域的应用提供新的可借鉴的发展空间, 同时也能够赋予产品更高的附加值。

FZXB

### 参考文献:

- [ 1 ] MARTÍN O M , MARIAN P , SOFIA E A O , et al. A comparison between characteristics of various laser-based denim fading processes [ J ]. *Optics and Lasers in Engineering* , 2003 , 39: 15 - 24.
- [ 2 ] ONDOGAN Z , PAMUK O , DALBASTI T , et al. Laser machine creates patterns in fabric [ J ]. *Laser Focus World* , 2005: 167 - 170.
- [ 3 ] OZGUNEY A T. The comparison of laser surface designing and pigment printing methods for the product quality [ J ]. *Optics & Laser Technology* , 2007 , 39: 1054 - 1058.
- [ 4 ] BRICHTOVÁ L. The diode laser system development for the cutting of the textile materials [ C ] // *TEXSCI 2007: 6th International Conference on Textile Science*. Liberec: Technical University of Liberec , Czech Republic , 2007: 5 - 7.
- [ 5 ] ROUX R. The laser in the French clothing industry [ M ] // BELFORTE D , LEVITT M. *The Industrial Laser Annual Handbook*. Tulsa: Penn Well Books , 1989: 129 - 138.
- [ 6 ] CLARK D , PETROGALLI A. Making their mark in China [ R/OL ]. *Industrial Laser Solutions* , Tulsa: Penn Well Corporation , 2006 - 06 - 01 [ 2009 - 12 - 28 ]. <http://www.coherent.com/Downloads/makingtheirmarkinchina7-06-ils.pdf>.
- [ 7 ] DULEY W W. *CO<sub>2</sub> Lasers: Effects and Applications* [ M ]. New York: Academic Press , 1976: 267.
- [ 8 ] GHORANNEVISSA M , SHAHIDIA S , MOAZZENCHIA B , et al. Comparison between decolorization of denim fabrics with oxygen and argon glow discharge [ J ]. *Surface & Coatings Technology* , 2007 , 201: 4926 - 4930.
- [ 9 ] DASCALU T , ACOSTA-ORTIZ S E , ORTIZ-MORALES M , et al. Removal of the indigo colour by laser beam-denim interaction [ J ]. *Optics and Lasers in Engineering* , 2000 , 34: 179 - 189.
- [ 10 ] 高宗文, 张丽, 赵家祥. 激光技术在纺织行业中的应用 [ J ]. *纺织学报* , 2006 27 ( 8 ): 117 - 120.  
GAO Zongwen , ZHANG Li , ZHAO Jiexiang. Application of laser technology in textile industry [ J ]. *Journal of Textile Research* , 2006 27 ( 8 ): 117 - 120.